

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-328276

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

(51)Int.Cl.

G06F 17/60

B23Q 41/08

G06F 17/00

(21)Application number : 10-202552

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 17.07.1998

(72)Inventor : TANIGUCHI SHINICHI

SASAKI YUICHI

MIURA MASAMI

YAMAMOTO IKUO

KONO TAKAYUKI

IIDA AKIO

(30)Priority

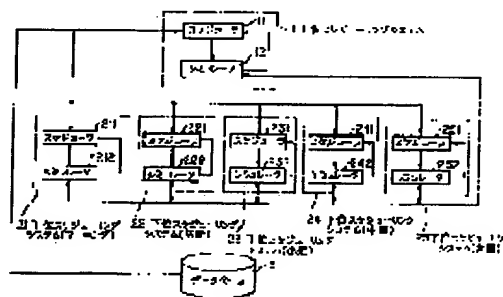
Priority number : 10 65117 Priority date : 16.03.1998 Priority country : JP

## (54) SCHEDULING SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a scheduling system which is applied to smoothly manage process control in an assembling work of large, custom-order equipment such as shipbuilding.

**SOLUTION:** A scheduling system of two-layer structure consisting of an upper scheduling system 1 and lower scheduling systems 21 to 25 is configured, each scheduling system comprises schedulers 11 and 211 to 251 and simulators 12 and 212 to 252 and also, each simulators 12 and 212 to 252 perform simulation calculation based on schedules produced by the schedulers 11 and 211 to 251 and also have a rescheduling function that changes schedules in the middle of simulation calculation under a prescribed condition when inconvenience exists in the calculation result.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-328276

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
G 0 6 F 17/60		G 0 6 F 15/21	R
B 2 3 Q 41/08		B 2 3 Q 41/08	A
G 0 6 F 17/00		G 0 6 F 15/20	D
		15/21	L

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 23 頁)

(21)出願番号	特願平10-202552	(71)出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
(22)出願日	平成10年(1998)7月17日	(72)発明者	谷口 真一 長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三 菱重工業株式会社長崎研究所内
(31)優先権主張番号	特願平10-65117	(72)発明者	佐々木 裕一 長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三 菱重工業株式会社長崎研究所内
(32)優先日	平10(1998)3月16日	(72)発明者	三浦 正美 長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三 菱重工業株式会社長崎研究所内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 光石 俊郎 (外2名)

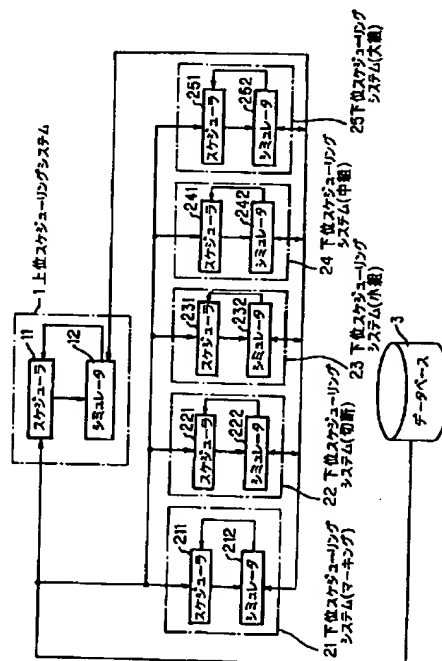
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スケジューリングシステム

(57)【要約】

【課題】 造船等、大型一品生産の組立産業における工程管理に適用してこの工程管理を円滑に行うことができるスケジューリングシステムを提供する。

【解決手段】 上位スケジューリングシステム1と下位スケジューリングシステム21~25との2層構造のスケジューリングシステムを構築し、各スケジューリングシステムをスケジューラ11、211~251及びシミュレータ12、212~252で構成するとともに、各シミュレータ12、212~252は、スケジューラ11、211~251で作成したスケジュールに基づきシミュレート計算を行うとともに、この計算結果に不都合がある場合には、シミュレート計算の途中で所定条件の下にスケジュールを変更するリ・スケジューリング機能を有するようにしたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、

シミュレータは、例えば作業能率を増大させることができる場合にこれを定量化したもの等、スケジューラで計画した事象の内容を変更し得るような条件であるリ・スケジューリング条件を、データベースに有しており、シミュレーション計算の途中で、スケジューラが計画するスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはリ・スケジューリング条件を用いて当該スケジュールを変更し、その後再度シミュレーション計算を行うように構成したことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項2】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、

相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、

上位スケジューリングシステムが有する上位シミュレータは、請求項1に記載するのと同様のリ・スケジューリング条件を、データベースに有しており、下位スケジューリングシステムが有する下位シミュレータによるシミュレーション計算の途中で、そのスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合には、上記リ・スケジューリング条件を用いて関連のスケジュールを変更し、その後当該下位シミュレータに再度シミュレーション計算を行わせるように構成したことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項3】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有し

ておりスケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、

相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、

上位スケジューリングシステムが有する上位シミュレータ及び下位スケジューリングシステムが有する下位シミュレータに請求項1に記載するのと同様のリ・スケジューリング条件を、それぞれデータベースとして持たせ、下位シミュレータは、シミュレーション計算の途中で、当該下位スケジューリングシステムが有するスケジューラが計画するスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはリ・スケジューリング条件を用いて当該スケジュールを変更し、その後再度シミュレート計算を行うとともに、変更後のスケジュールでも当該スケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはその旨を上位シミュレータに報告する一方、この報告を受けた上位シミュレータは、そのリ・スケジューリング条件を用いて関連のスケジュールを変更し、その後上記下位シミュレータに再度シミュレーション計算を行わせるように構成したことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項4】 【請求項1】乃至【請求項3】に記載する何れか1つのスケジューリングシステムにおいて、事象の終了に至る迄の時間的な余裕が少ない程、上位の優先順位を付けるとともにこの場合の余裕度を定量化し、リ・スケジューリングの際にはこの優先順位が下位の事象から順にスケジュールから除外して2回目以降のシミュレート計算を行う一方、この除外した事象の優先順位及びその量を変更するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項5】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するとともに、作業日程等の事象を複数に分割して複数のスケジューリングシステムでそれぞれ分担するようにしたスケジューリングシステムにおいて、

時系列における最終事象が存在するスケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他のスケジューリングシステムの事象との干渉をチェ

10

20

30

40

50

ックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項6】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するとともに、作業日程等の事象を複数に分割して複数のスケジューリングシステムでそれぞれ分担するようにしたスケジューリングシステムにおいて、

各スケジューリングシステムのスケジューリングデータをデータベースに書き込み、このデータベース内で、時系列における最終事象が存在するスケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他のスケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するとともに、このようにして調整したスケジュールを各スケジューリングシステムに供給するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項7】 【請求項2】乃至【請求項4】に記載する何れか1つのスケジューリングシステムにおいて、下位スケジューリングシステムを、【請求項5】又は【請求項6】に記載するスケジューリングシステムとしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項8】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、

相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、

各下位スケジューリングシステムにそれぞれ個別に事象のデータを書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、時系列における最終事象が存在する下位

スケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他の下位スケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各下位スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するとともに、このようにして調整したスケジュールを各下位スケジューリングシステムに供給するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

10 【請求項9】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、

20 相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、

上位スケジューリングシステムに各下位スケジューリングシステムの事象のデータを全て書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、時系列における最終事象が存在する下位スケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他の下位スケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各下位スケジューリングシステムのスケジュールを調整し、このようにして調整したスケジュールを各下位スケジューリングシステムに供給するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

30 【請求項10】 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、

40 相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構

造を構築するとともに、

各下位スケジューリングシステムにそれぞれ個別に事象のデータを書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、各下位スケジューリングシステムのデータを読み込んでスケジュールの処理状況のシミュレーションを行い、各下位スケジューリングシステムの負荷を随時モニタする一方、過負荷の下位スケジューリングシステムにおける負荷を調整し、さらに必要に応じてスケジュールを変更して下位スケジューリングシステムのスケジュールを調整するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項11】 【請求項10】に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、単位当たりの作業能力を算出し、これに基づき不足量を算出するとともに、余裕量を算出し、余裕量が最も大きいところから、不足量を補うように調整することにより行うようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項12】 【請求項10】に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、作業時間を増大させることにより対処するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項13】 【請求項10】に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、過負荷分を他の下位スケジューリングシステムへ振り分けることにより対処するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【請求項14】 【請求項10】に記載するスケジューリングシステムにおいて、スケジュールの変更は、各下位スケジューリングシステムでのスケジュールの干渉をチェックし、干渉がある場合に事象の優先順位を考慮することにより、優先順位の低い順にスケジュールを変更するようにしたことを特徴とするスケジューリングシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はスケジューリングシステムに関し、特に造船等、大型の一品生産物を製造する場合の工程管理システムに適用して有用なものである。

【0002】

【従来の技術】各種製品の製造工場における各製造工程の工程管理システムとしてスケジューリングシステムが知られている。従来技術に係るこの種のスケジューリングシステムは、工場などの日程計画を検討する際に用いられており、スケジューラーとシミュレータとから構成されている。ここで、「スケジューラー」とは、日程を計画するシステムであり、所定の作業の開始から当該作業の終了に至る迄の時系列的な一連の工程計画を基に、自動又は手動で日程計画を行うためのものである。また、「シミュレータ」とは、工場の設備能力等、当該シ

ミュレータでのデータ処理の基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程を時間軸を考慮しながら模擬することができるようにしたものである。

【0003】従来技術に係るこの種のスケジューリングシステムは、スケジューラーで計画した日程を忠実にシミュレーションを行うことで、計画した日程の妥当性を検証する目的で用いられている。すなわち、シミュレーション中に日程計画の不具合があっても日程計画を変更することができない。換言すれば、従来技術に係るこの種のスケジューリングシステムは、規格化された大量生産品製造工場の日程計画の妥当性の検証に用いることを予定して作られており、製造工法、物量等が規格化されていることを前提として設備の配置や能力を変更することによってどのような影響があるかを検証することを目的として構築されている。したがって、スケジューラーで計画した日程をシミュレータでシミュレートした結果、当該日程による作業が不可能であることが判明した場合には、これが判明した時点で、スケジューラに付与する条件を変更してこのスケジューラによるスケジューリングをやり直し、そのスケジューリング結果を再度、シミュレータでシミュレートするという作業を行わなければならない。しかも、再シミュレート結果が当該日程による作業が不可能であるというものである場合には、前記と同様にスケジューリングの変更及びその結果のシミュレートを行う必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述の如き従来技術に係るスケジューリングシステムは、造船の様な大型一品生産の組立産業への適用を考えた場合、次の様な理由により不適切なシステムとなってしまう。

【0005】① 造船作業においては部品数が多く、個々の詳細な日程計画がなされていないことも相俟って、シミュレーションを行ないながら定量化した手法により部品の日程を妥当な最適化した日程へと変更することが不可能である。ここで、「定量化した手法」とは、例えば実作業で言う残業や人員の増強等に相当し、それを定量化したものの意である（以下、同じ。）。

【0006】② シミュレーション中に、状況に応じて定量化した手法により設備の能力をある範囲を持たせて変更することが不可能である。

【0007】すなわち、従来技術に係るスケジューリングシステムを造船のような大型一品生産の組立産業に適用する場合には、日程計画の融通性がないため、日程の不具合が発生する度に計算を中断若しくは停止してその都度日程計画を変更する必要がある。このため、従来技術に係るスケジューリングシステムは、前述の如き日程計画の融通性のなさが円滑なシステムの運用の阻害要因となるという本質的な欠点を有している。

【0008】本願発明は、上記従来技術に鑑み、造船

等、大型一品生産の組立産業における工程管理に適用してこの工程管理を円滑に行うことができるばかりでなく、一般に経時的要素を含む事象の時系列的な管理を円滑に行うことができるスケジューリングシステムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は次の点を特徴とする。

【0010】1) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、シミュレータは、例えば作業能率を増大させることができる場合にこれを定量化したもの等、スケジューラで計画した事象の内容を変更し得るような条件であるリ・スケジューリング条件を、データベースに有しており、シミュレーション計算の途中で、スケジューラが計画するスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはリ・スケジューリング条件を用いて当該スケジュールを変更し、その後再度シミュレーション計算を行うように構成したこと。

【0011】2) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、上位スケジューリングシステムが有する上位シミュレータは、請求項1に記載するのと同様のリ・スケジューリング条件を、データベースに有しており、下位スケジューリングシステムが有する下位シミュレータによるシミュレーション計算の途中で、そのスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合には、上記リ・スケジューリング条件を用いて関連のスケジュールを変更し、その後当該下位シミュレータに再度シミュレーション計算を行わせるように構成したこと。

【0012】3) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列

的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、上位スケジューリングシステムが有する上位シミュレータ及び下位スケジューリングシステムが有する下位シミュレータに請求項1に記載するのと同様のリ・スケジューリング条件を、それぞれデータベースとして持たせ、下位シミュレータは、シミュレーション計算の途中で、当該下位スケジューリングシステムが有するスケジューラが計画するスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはリ・スケジューリング条件を用いて当該スケジュールを変更し、その後再度シミュレート計算を行うとともに、変更後のスケジュールでも当該スケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはその旨を上位シミュレータに報告する一方、この報告を受けた上位シミュレータは、そのリ・スケジューリング条件を用いて関連のスケジュールを変更し、その後上記下位シミュレータに再度シミュレーション計算を行わせるように構成したこと。

【0013】4) 上記1)乃至3)に記載する何れか1つのスケジューリングシステムにおいて、事象の終了に至る迄の時間的な余裕が少ない程、上位の優先順位を付けるとともにこの場合の余裕度を定量化し、リ・スケジューリングの際にはこの優先順位が下位の事象から順にスケジュールから除外して2回目以降のシミュレート計算を行う一方、この除外した事象の優先順位及びその量を変更するようにしたこと。

【0014】5) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するとともに、作業日程等の事象を複数に分割して複数のスケジューリングシステムでそれぞれ分担するようにしたスケジューリングシステムにおいて、時系列における最終事象が存在するスケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他のスケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、

順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するようにしたこと。

【0015】6) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するとともに、作業日程等の事象を複数に分割して複数のスケジューリングシステムでそれぞれ分担するようにしたスケジューリングシステムにおいて、各スケジューリングシステムのスケジューリングデータをデータベースに書き込み、このデータベース内で、時系列における最終事象が存在するスケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他のスケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するとともに、このようにして調整したスケジュールを各スケジューリングシステムに供給するようにしたこと。

【0016】7) 上記2)乃至4)に記載する何れか1つのスケジューリングシステムにおいて、下位スケジューリングシステムを、【請求項5】又は【請求項6】に記載するスケジューリングシステムとしたこと。

【0017】8) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、各下位スケジューリングシステムにそれぞれ個別に事象のデータを書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、時系列における最終事象が存在する下位スケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他の下位スケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各下位スケジューリングシステムのスケジュールを再

度調整するとともに、このようにして調整したスケジュールを各下位スケジューリングシステムに供給するようにしたこと。

【0018】9) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、上位スケジューリングシステムに各下位スケジューリングシステムの事象のデータを全て書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、時系列における最終事象が存在する下位スケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他の下位スケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各下位スケジューリングシステムのスケジュールを調整し、このようにして調整したスケジュールを各下位スケジューリングシステムに供給するようにしたこと。

【0019】10) 工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、各下位スケジューリングシステムにそれぞれ個別に事象のデータを書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、各下位スケジューリングシステムのデータを読み込んでスケジュールの処理状況のシミュレーションを行い、各下位スケジューリングシステムの負荷を随時モニタする一方、過負荷の下位スケジューリングシステムにおける負荷を調整し、さらに必要に応じてスケジュールを変更して下位スケジューリングシステムのスケジュールを調整



するようにしたこと。

【0020】11) 上記10)に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、単位当たりの作業能力を算出し、これに基づき不足量を算出するとともに、余裕量を算出し、余裕量が最も大きいところから、不足量を補うように調整することにより行うようにしたこと。

【0021】12) 上記10)に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、作業時間を増大させることにより対処するようにしたこと。

【0022】13) 上記10)に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、過負荷分を他の下位スケジューリングシステムへ振り分けることにより対処するようにしたこと。

【0023】14) 上記10)に記載するスケジューリングシステムにおいて、スケジュールの変更は、各下位スケジューリングシステムでのスケジュールの干渉をチェックし、干渉がある場合に事象の優先順位を考慮することにより、優先順位の低い順にスケジュールを変更するようにしたこと。

【0024】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

【0025】図1は本発明の実施の形態に係るスケジューリングシステムを示すブロック線図である。同図に示すように、このスケジューリングシステムは、造船工場における工程管理を行うためのシステムを例示したものであり、上位スケジューリングシステム1及び複数(図では5個)の下位スケジューリングシステム21、22、23、24、25とにより階層構造を構築したものである。ここで、下位スケジューリングシステム21～25は、造船工程における例えばマーキング工程、切断工程、小組工程、中組工程及び大組工程にそれぞれ対応して各工程の工程管理を行うスケジューリングシステムであり、上位スケジューリングシステム1はこれらの各工程を統括する造船工程の全体の工程管理を行うスケジューリングシステムである。また、上位スケジューリングシステム1と各下位スケジューリングシステム21～25とは通信回線で接続しており、必要な情報の授受を行うようになっている。

【0026】各スケジューリングシステム1、21～25のハード的な構成は同一であり、何れもスケジューラー11、211、221、231、241、251及びシミュレータ12、212、222、232、242、252を有している。スケジューラー11は、データベース3のデータを参照して当該造船工程の全体の日程を計画するシステムで、所定の作業の開始から当該作業の終了に至る迄の時系列的な一連の工程計画を基に、自動又は手動で日程計画を行うためのものであり、この限りにおいては従来技術に係るスケジューラーと機能的に交

わるところはない。また、シミュレータ12は、工場の設備能力等、当該シミュレータ12でのデータ処理の基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラー11で計画した日程を時間軸を考慮しながら模擬することができるようにしたものであり、この限りにおいては従来技術に係るシミュレータと機能的に変わるところはない。ただ、本形態に係るシミュレータ12は、例えば実作業で言う残業や人員の増強等に基づいて作業能力が増大する分を定量化したもの及び例えば作業の終了日迄の日程的な余裕を表す量としてのプライオリティを定量化したもの(以下、リ・スケジューリング条件と称す。)をそのデータベースに有しており、スケジューラー11が出力するスケジュールに基づきシミュレーション計算を行っている最中に当該日程に基づく作業の進行が工場の生産設備・能力等との関係で不可能なことが判明した場合には、前記リ・スケジューリング条件を用いて作業条件を変更し、この変更した条件の下で再度シミュレーション計算を行うとともに、かかる条件の下での作業の進行が可能であることが確認された場合には変更した条件をスケジューラー11にフィードバックしてこのスケジューラー11のスケジュールを書き換えるという機能を有する。この機能を「リ・スケジューリング機能」と称す。

【0027】下位スケジューリングシステム21～25の各シミュレータ212～252もシミュレータ12と同様に、リ・スケジューリング機能を有しており、所定の条件の下、各スケジューラー211～251のスケジュールを書き換えることができるようになっている。このとき、シミュレータ212～252は、許容される全てのリ・スケジューリング条件に基づいてリ・スケジューリングを試みた結果、各スケジューラー211～251が出力するスケジュールに基づく作業の進行が不可能なことが判明した場合には、その旨を表す信号を上位スケジューリングシステム1のシミュレータ12に送出する。シミュレータ12ではこれを受信した場合にもリ・スケジューリングを行い上位のレベルで作業条件を変更し、その結果でスケジューラー11のスケジュールを書き換えるとともに、その結果を関係するシミュレータ212～252にフィードバックする。一方、シミュレータ12により許容される全てのリ・スケジューリング条件に基づくリ・スケジューリングを試みた結果、スケジュール通りの作業の進行が不可能であることが判明した場合には、その時点で警告を発する。この警告が出た場合には人が介在してスケジュールを検討して適宜訂正する。

【0028】すなわち、本形態に係るスケジューリングシステムにおける上位スケジューリングシステム1は造船工場の工程の全体の内容を把握し、下位の責任者からの相談に応じて全体の工程を見直す等、全体的な指揮・命令の権限を有する責任者の仕事に対応し、下位スケジ

ューリングシステム21～25は特定の工程に限定してその全体の内容を把握し、特定の工程に関して一定の裁量権はあるものの、それを越える場合には上位の責任者に相談して当該工程を見直す等、部分的な指揮・命令の権限を有する責任者の仕事に対応させて考えることができる。

【0029】データベース3にはスケジューラー11、211～251で作成するスケジュールの作成のための基礎データを格納してある。各スケジューラー11、211～251ではこのデータベースのデータを参照して個別に所定のスケジュールを作成する。本形態に係るスケジューリングシステムが造船作業の工程管理システムである点を考慮してデータベース3の構築に際して次のようなことを実施した。

【0030】1) 部品の製造、組立などの作業毎にグループ(工程)を設けそれをモデル化した。

【0031】2) 各部品の製造、組立に関してその部品のデータベース3を構築した。データベース3の内容は例えば以下の様な内容である。

- a. 船番
- b. 部品(ブロック)名称
- c. 次部品(当該部品に基づき次工程で作製される部品)名称
- d. 前部品(当該部品の作製工程の直前の工程で作製される部品で、当該部品の要素となる部品)名称
- e. 作業開始日時
- f. 作業終了日時
- g. 余裕日数(プライオリティ)
- h. 作業場所(当該作業を行う工場の名称等)
- i. 作業内容(鋼板の切断、溶接等、当該工程における作業の具体的内容)
- j. 物量(当該工程に投入し得る作業員の人数、作業時間、生産、作業機械の能力等)
- k. 進捗状況
- l. 構成ブロックの数

【0032】ここで「部品」とは、船舶の各建造工程における大小様々なブロックをいう。船舶の建造は完成品である船舶を分割した形で行うが、この場合の各々の部品はブロックと呼ばれ、最終的には造船所ドックにあるクレーンによって搭載して組立てられる。したがって、造船所ドックのクレーンの搭載能力によって最終的なブロックの大きさが決定される。また、ブロックは別々のブロックを組み合わせ一つブロックとして造られて行く。つまりブロックの構成要素がより小さい複数のブロックであり、原始的には鉄板、鋼板等の素材にまで分解される。

【0033】かくして、c. 次部品名称、d. 前部品名称を設けることにより当該部品がどの部品からでき、どの部品になるのかを系統付けて記述することができる。この結果、構成要素と、この構成要素を要素とする部品自体が次にどの構成要素になるのかを明確にすることが

できる。

【0034】図2は上記データベース3のデータに基づいて得られる部品データの構成を概念的に示す説明図である。同図に示すようにこの部品データは、対象となる船の船番に対応させて各ブロック(部品)毎にこのブロックを特定する一連のデータとして構成されている。各ブロックは、図3に示すように、一つの製品に関してその構成部品が中間製品として存在している木構造構成を形成する組立ツリーとして表現できる。ちなみに、図3の中間製品A11、A12、A21に図2のブロック名称A11、A12、A21の部品データが対応している。

【0035】図4は図3に示す組立ツリー、図2に示す部品データ及びこの部品データに基づきスケジューラー11、212～251で形成する日程計画表の関係を概念的に示す説明図である。同図に示すように、例えば組立ツリー4の中間製品A11、A12、A13に対応して部品データ51、52、53が構築してあり、これらの部品データ51～53に基づいて日程計画表6が形成される。この場合の日程計画表6は、10月3日～10月13日の間で中間製品A11を、10月7日～10月15日の間で中間製品A12を、10月9日～10月19日の間で中間製品A13をそれぞれ作製し、これらの中間製品A11～A12を構成要素とする中間製品A1を10月16日～10月30日に作製するとともに、中間製品A11、A12は10月16日までに、中間製品A13は10月21日迄に納入すれば良いという日程計画をその内容としている。したがって、部品データ53を例に採った場合、この部品データ53の作業開始日時には10月9日が記述され、作業終了日時には10月19日が記述されてる。また、余裕日(プライオリティ)の欄には作業終了日と納入日との差である2日が記述してある。

【0036】各シミュレータ12、212～252は、それぞれがリ・スケジューリング機能を発揮すべく、次のような固有のデータベース及び情報処理機能をそれぞれ有するものとした。

【0037】1) 各作業グループの工程内で一日に行える作業量(物量)を予め定めておき、更に部品毎に余裕としてプライオリティ(作業を完了すべき日迄の日数)を定めておく。

【0038】2) プライオリティは、作業を開始したときは、その日から1日毎に値が小さくなり、最終的に0になる。このように「0」になった時が当該部品の当該工程における作業の終了若しくは当該部品が次工程へ引き渡されることを意味する。

【0039】3) 各作業グループの工程に部品が多数引き渡された場合、先ず部品のプライオリティを検索し、このプライオリティが高い順番に作業待ち行列に並べ替える。同じプライオリティの部品が複数個ある場合に

は、その部品数に応じて作業能力が（予め与えられた定量的手法によって）分担される。

【0040】4）もし、同一作業グループの工程内で複数の部品の製造、組立があり、更にそのグループ内の一日に作業できる物量を各部品の合計の物量が越える様な時は、優先順位の高い方から許容範囲内の部品の作業を実施し、残る部品は後の日程に回す処理を行う。このとき後日程に回す分だけプライオリティ（余裕）を高めて優先順位を上げておく。つまり、所定の作業グループである特定の工程の部品製造能力に応じて部品の優先順位を操作する事により部品の製造、組立の計画日程を妥当な日程に変更する機能をもたせる。

【0041】5）同様に、所定の作業グループである特定の工程の作業能力についても、人員の増員、残業、交代制対応を模擬した判断及び処理機能を持たせる。これはシミュレーターのモデルに対する処置で実現することができる。

【0042】図5は各シミュレータ12、212～252のデータベースのデータに基づいて得られる作業場データの構成を概念的に示す説明図である。同図に示すようにこの作業場データは、対象となる作業場名称毎にこの作業場での作業の対象となる部品名、作業内容、作業人数（マンパワー）及び作業能力（作業者の熟練度等を考慮した補正係数等も含む。）等のデータで構成されており、各工程の作業を或る単位毎にグループ分けした集まりを総称して表現してある。

【0043】次に、本形態に係るスケジューラ11、212～251及びシミュレータ12、212～252の処理動作の一例をフローチャートに基づき説明しておく。

【0044】図6は上位及び下位スケジューリングシステム1、21～25で行う全体的な処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、先ずスケジューラ11、212～251でデータベース3のデータに基づいて初期スケジュールを立てる（ステップS1）。次に、前記初期スケジュールを基にシミュレータ12、212～252におけるシミュレーション計算を開始してシミュレータ12、212～252を動作させる（ステップS2、ステップS3）。シミュレーション計算の結果、日程通りのスケジュールの進行が不可能であることが判明した場合には所定のシミュレータ12、212～252において再スケジューリングを

【0045】図7は図6のステップS1の処理手順（初期スケジュールの立て方）を示すフローチャートである。同図に示すように、先ず各工程において作製する最終製品の納期を決定する（ステップS11）。次に、データベース3の組立ツリー及び部品データを参照して製品（中間製品）の中間製品群（部品群）の情報を検索する（ステップS12）。さらに、データベース3の標準日程表を参照して製品（中間製品）を組み上げるのに必

要な日数を読み込む（ステップS13）。ここで、「標準日程表」とは、作業毎に決められた作業に必要な日数で、例えば切断3日、組立3日、塗装1日……とるように標準化した日数を内容とする表である。また、この場合の日数は手入力でも良い。

【0046】その後、部品群（中間製品）の組立開始日と納期を決定するとともに、全ての構成部品について納期が決定されるまでステップS12～ステップS14の処理を繰り返し、全ての構成部品について納期を決定した後、シミュレーション計算に移行する（ステップS14、ステップS15、ステップS16）。

【0047】図8は図6のステップS3の処理手順（シミュレータの動作ロジック）を示すフローチャートで、実際にはシミュレータ12、212～252の処理手順を示すものである。同図に示すように、先ずスケジューラ11、212～251からスケジュールデータを読み込み（ステップS21）、全ての作業場及び全ての輸送のシミュレーション計算を行う（ステップS22、ステップS23）。これを例えば1日分行う（ステップS24）。この場合のステップS22の「全ての作業のシミュレーション」の手順をさらに詳細に示したのが図9のフローチャート、またステップS23の「全ての輸送機器のシミュレーション」の手順をさらに詳細に示したのが図10のフローチャートである。ここで、「全ての輸送機器」とは部品を搬送する全ての搬送・輸送手段、例えばコンベア、台車、各種車輛及びクレーン等を含む最広義の概念である。

【0048】ここで、図9及び図10における各概念は次のように説明される。

#### 【0049】① 物量について

本形態は造船所で用いるシステムであるため、この場合の物量は溶接長を意味する。溶接長とは、ブロックを構成する部品（鉄板、骨等）の制作にあたっての部材の溶接の長さで作業量を把握するためのものである。また、他の、例えば運輸の場合では、貨物の重量、形状（L×W×H等の情報）が物量に相当する。すなわち、一般的な意味の物量とはシミュレータで取り扱う単位をいう。

#### 【0050】② 進捗度＜物量の表現について

これは、ブロックの持つ物量と日々若しくは時間単位毎による作業量（本形態の場合両者とも溶接長で表現して単位を合わせている。）で、部品の完成度を理解するための指標となるものである。すなわち、進捗度は、
$$\text{進捗度} = (\text{計算日時までかかった総作業量}) / (\text{物量})$$
となり、

1.  $0 < (\text{計算日時までかかった総作業量}) / (\text{物量})$  が正解となり、進捗度が1.0以上になると完成したことを意味する。

#### 【0051】③ 完成フラグについて

完成フラグは、部品完工表にある前ブロック完成数を記録する項目であり、この情報と構成ブロック数の比較で

次ブロックの施工開始の良否を判定する。

【0052】図11は図6のステップS4の処理手順（リ・スケジューリング処理）を示すフローチャートである。同図に示すように、この場合は作業場の個数が決まっていることが前提となっているが、例えば1日の作業の開始に先立ちスケジュールを参照して新たに作業を開始する部品があれば作業場に投入して作業場の状態を見る（ステップS41、ステップS42、ステップS43）。そして処理可能か否かを判断し、処理可能と判断した場合にはシミュレーションを続ける（ステップS45）。一方、ステップS44の判定の結果、処理不能と判断した場合には作業したい部品の余裕（プライオリティ）を見る（ステップS46）。この結果、余裕の大きい部品の工程をずらし、その部品を作業場から削除する（ステップS47）とともに工程をずらした部品の余裕をプライオリティが繰り上がるように変更する（ステップS48）。次に、この条件でスケジュールを書き換えてシミュレーションを継続する（ステップS45）。

【0053】ここで、上位スケジューリングシステム1のシミュレータ12と下位スケジューリングシステム21～25のシミュレータ212～252の関係について詳細に説明しておく。

【0054】上位のシミュレータ12は、船1隻分の大きな工程（起工日～竣工日）を表す大日程と称する線表を管理する。実際には5～7隻分の線表が記述されている大日程表という日程データベースを用いてシミュレーションを行う。下位のシミュレータ212～252は、大日程表から派生する部品データに従って以下に述べるシミュレーション計算を実施する。

【0055】ここで、上位のシミュレータ12は、大日程データと図3に示す組立ツリーから作業グループ毎に日程データベースを生成する処理によってシミュレーションに必要なデータ（部品データ）を下位のシミュレータ211～251に渡す。かかるデータに基づいて下位のシミュレータ211～251は担当する作業グループのシミュレーション計算を実施する。具体的には、図7に示す「組立・部品ツリーDB3」と「標準日程表3」の参照処理の部分に相当するシステム（工程組み替えロジック）があり、過去の同じ様な種類の船の組立ツリーに日程データを埋め込み、それと同時に、新しく建造する船の大きさと参照する船の大きさの差より各部品の物量（溶接長）を推定し、シミュレーションに必要なデータにその推定物量を与え、その物量に従って日程も変更する。また、部品の物量は変わらないため、このシステムは、前述の大日程をずらしたり、延ばしたり、縮めたりすることで、日程データの変更と日程の変更による部品の物量とその日程で処理できるかどうかの判断処理（出来ないときは日程の調整を）を行なう。これがデータを渡す部分に相当する。

【0056】以上が、シミュレーション計算を実行する

前のデータのセッティング状況になるが、シミュレーション計算中（オンライン状態）の状況は以下の通りである。

【0057】下位のシミュレータ212～252は与えられた工程データでリ・スケジューリングによって自身の担当日程調整を行いながら工場設備をモデル化したシミュレータ212～252でシミュレーション計算を実行するが、作業グループの負荷が設定を越える場合、計算を中断して上位のシミュレータ12にその旨の連絡を行なう。上位のシミュレータ12はその連絡により負荷が越えた作業グループ以外で負荷に余力がある作業グループから能力（人員の再配置）や、場合によっては当該ブロック（部品）を他の作業グループに回す処理（作業負荷が設定を越えるケースのひとつにはスケジュールされた日時に新しくブロックが投入される時に起こるためそのような時の処理）等の調整を行う。したがって、上位のシミュレータ12は日程及び下位シミュレータ212～252のモデル条件の調整を行いながらシミュレーション計算を実行する。下位のシミュレータ212～252は工場などの作業グループの設備をモデル化してそこで担当日程に従ってシミュレーション計算を実施する。

【0058】また、上位のシミュレータ12で管理するのは多数の船（5～7隻）で、ここではさらに、例えば実際の受注活動と同様に建造中の船のデータと新しく受注した船の工程を管理する必要がある。具体的には、例えば5隻分のデータをシミュレーションした後、新たに受注した船のデータを投入し、シミュレーション計算を実行して工場の負荷状況を推定する。そこで確定済みのデータに新たに物量や日程を推定したデータを流すことにより、その新たに推定したデータの確定確認を行うこともシミュレーション計算の目的となる。

【0059】各下位スケジューリングシステム21～25間及び各下位スケジューリングシステム21～25と上位スケジューリングシステム1間の信号授受に関しては次のような態様で実行する。すなわち、シミュレーション計算中における各スケジューリングシステム1、21～25間の信号の授受は日々の計算後に行い（図8～図10参照）、その日に処理された作業量により部品データの進捗状況項目を更新し、更に各作業グループ（工場、ドック等）の負荷を計算する。その後、その日に終了した部品は次の作業グループへ運送されるために輸送指示表に指示を書き込む。輸送指示書に従って完成した部品は次の工程（工場や作業グループ）に運ばれる。

【0060】ここで、リ・スケジューリングの必要がない場合、部品の工事開始はその前の部品が完工してなければスケジュールされていても施工しない。材料がないので作業は出来ないからである。したがって部品の完工状況を把握するために部品完工表を作成する。図2及び図4に示すように、ブロックを構成するブロック数を部品データ51、52、53に持っており、前ブロックの

完成したブロック数と構成ブロック数が同数ならば前ブロックは全て完工しており構成部品が揃っているので施工開始できる。もしこの数が同数でなければ部品は揃っていないので同数になる（前ブロックが完成する）まで、そのブロックの日程は後ろにずれる。すなわち遅延させる。更に、ブロックの投入（施工開始）によって工場負荷が制限を越える様な場合は工場負荷が制限を越えなくなるまで遅延させる。

【0061】なお、構成ブロックが“0”の時はスケジュール通りに施工される。前ブロックがないことを意味し、そのブロック自身が部品ツリーの末端という意味になるためである。但し、この場合も工場負荷が制限を越える様な場合は工場負荷が制限を越えなくなるまで遅延させる。

【0062】勿論、作業中のブロックが完工したら部品完工表に於いて次ブロックの完工ブロック数（完工フラグ）に「+1」して、輸送指示表に書き込み、これを輸送する。

【0063】一方、リ・スケジューリングの必要がある場合、すなわち工事の終了予定日に工事が終わりそうにない場合及び新規ブロック投入による場合等には進捗状況と残作業量より負荷増強の要求を上位スケジューリングシステム1に発行する。上位スケジューリングシステム1はこれを受けて他の下位スケジューリングシステム21～25の負荷状況報告要求を発行してその負荷状況報告を受け、当該状況を確認し、余裕のある下位スケジューリングシステム21～25より負荷の分配指令を発行し、当該下位スケジューリングシステム21～25の再構成を実施して計算を実行する。このとき、ブロック自体を他の作業グループに配分し直す等の処理を行うロジックを設けること（工程組み替え）で各作業グループ間の負荷の平滑化を行うこともできる。

【0064】このようにして工場負荷を変更（つまり人員再配置、工程組み替え等）するロジックを働かせることにより工程が遅れないように処理する。この場合の下位スケジューリングシステム21～25自身の処理の例としては、残業処理がある。これは当該工事を行う負荷に対して残業（通常の作業量にある定数を掛けて負荷を増加させる処理。）によって能力を増加させて自己完結的に各下位スケジューリングシステム21～25自身の内部で処理する。

【0065】以上のように信号の授受は各リ・スケジューリング機能実行時に要求、指令発行を行う。各処理の優先順位は自分自身での調整処理（残業など）が最も高く、ついで上位スケジューリングシステム1による工場間負荷の調整に続くようにしておく。

【0066】上記実施の形態は複数のスケジューリングシステムで多層構造のシステムを構築した場合であるが、必ずしもこのような多層構造にする必要はなく、単体のスケジューリングシステムであっても上述の如きリ

・スケジューリング機能を有するスケジューリングシステムであれば本発明の技術思想に含まれる。また、上記実施の形態においては上位のシミュレータ12及び下位のシミュレータ212～252のそれぞれがリ・スケジューリング機能を有しており、それぞれに与えられた条件（裁量権）の範囲でリ・スケジューリング処理を行うことができるように構成したが、このリ・スケジューリング機能は上位のシミュレータ12のみが持つように構成しても良い。この場合には、下位のシミュレータ212～252はシミュレート計算の結果、当該スケジュールの遂行が不可能なことが判明した場合にこのことを上位のシミュレータ12に報告し、この報告を受けた当該シミュレータ12が所定の条件の下でリ・スケジューリングを行い、全体のスケジュールを見直し、この見直し結果で上位のスケジューラ11のスケジュールを書き換えるとともに、変更後のスケジュールで下位のシミュレータ212～252に再度シミュレート計算を行わせるように構成すれば良い。さらに、上記実施の形態ではリ・スケジューリング処理の具体例の一種として「ブライオリティ」なる概念を確立し、この概念を定量化して所定の処理を行うようにしたものを開示したが、これに限るものでは勿論ない。例えば実作業で言う残業や人員の増強等に基づいて作業能力が増大する分を定量化したものを利用した他のリ・スケジューリング条件を構築してこれを用いることもできる。

【0067】上記実施の形態において対象とした事象は造船工場における作業であるが、この事象に対象が限定されるものでもない。本発明は、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてる場合の一般的なスケジューリングシステムとして適用できる汎用性を有するものである。例えば、運輸の集配制御、電力の配電制御及び列車の運行制御等への適用が考えられる。この場合、上記実施の形態における部品の時系列的な流れを、それぞれ貨物の流れ、電力の流れ及び列車の流れに対応させれば良い。

【0068】また、本発明に係るスケジューリングシステムは個々の同様なスケジューリングシステムを階層化又は分散して工場全体のスケジューリングシステムとして構築することができる。このとき個々のスケジューリングシステムは単独のコンピュータシステムで構築し、全体のシステム構成はネットワークを介して構築することも可能であり、またネットワークを介して遠隔地にあるシステムとも通信により運用できるように構築することもできる。さらに詳言すると、上記実施の形態では造船工場を例に挙げて説明したが、例えば同種の製品として火力プラント等の大型製品がある。かかる火力プラントでは、工場部品を製作した後、現地にその部品を輸送し現地に於て建設する。したがって、このような場合にはネットワークを介して遠隔地にあるシステムとも通信により運用できるように構築することが大きなメリット

を生む。また、工事現場は国内はもとより海外にもある。これらの各遠隔地の生の情報を利用して本発明に係るスケジューリングシステムを構築するには通信を利用する必要がある。

【0069】次に各下位スケジューリングシステム21～25相互のスケジュールの調整を行う「分散処理型スケジューリングシステム」に関する実施例を説明しておく。図12は図1の下位スケジューリングシステム21～25及びデータベース3を抽出したものである。同図に示すように、本実施例は、各下位スケジューリングシステム21～25が工程のスケジュールを個々に計画し、これをそれぞれのスケジューリングシステム21～25が互いに通信を行うことにより工程の干渉（前工程の部品の完成日がこの部品を要素とする次工程の部品の作業開始日より後の日になる、すなわち次工程の作業に食い込むような状態になることをいう。以下同じ。）がないように分散して処理するようにしたものである。このとき、それぞれのデータは、データベース3に保存してあり、各スケジューリングシステム21～25はここからデータを参照、干渉のチェックを行う。データベース3に繋がる線表は、各部材のデータを視覚的に纏めたものであり、最終部品1を基本としてその前のブロック1-1、1-2との干渉チェックを行う。以下、このように最終製品の日程を基に前ブロックとのチェックを行っていき、干渉するものがあれば、前ブロック1-2を順次前へずらしていく。このとき、工事開始日と納期とはずらせないものとする。具体的には、次のようなアルゴリズムで処理を行う。

【0070】＜実施例1＞図13及び図14のフローチャートに示すように、次の処理を行う。

- ① 各下位スケジューリングシステム21～25へ日程データを書き込む。
- ② 最終工程（n）のある下位スケジューリングシステム25のデータ（n）と、これにリンクされた前工程の（n-1）を含む下位スケジューリングシステム24とを下位スケジューリングシステム25の中で干渉チェックする。
- ③ 干渉があれば（n-1）を前にずらす。
- ④ 次に、この（n-1）とその前工程である（n-2）とのチェックを下位スケジューリングシステム24 40 中で行い、干渉があれば（n-2）を前にずらす。
- ⑤ ①～④の処理を繰り返す。

【0071】＜実施例2＞図15のフローチャートに示すように、次の処理を行う。

- ① データベース3へ全日程データを書き込む。
- ② データベース3内で各ブロック（部材）の日程データを全て干渉のないように調整する。
- ③ 調整は、全データから最終工程（n）を取り上げ、それにリンクされている（n-1）とをチェックし、干渉があれば（n-1）を前にずらす。かかる処理を全て 50

のデータについて同様に繰り返す。

- ④ データベース内で調整された日程データを各下位スケジューリングシステムへ送信する。

【0072】上述の如き＜実施例1＞と＜実施例2＞との違いは次の点にある。＜実施例1＞では、各下位スケジューリングシステム21～25がおのおののスケジュールデータにリンクされたものと干渉チェックを行い、それぞれのデータ毎に調整するのに対し、＜実施例2＞ではデータベース3が全てのデータのチェックを行い、最終的な結果を各下位スケジューリングシステム21～25へ送信するようにしている。

【0073】なお、上記両実施例は図1に示すシステムに適用するものとして説明したが、これに限るものではない。図1に示すような上位と下位の階層構造とする場合のみならず、同位の複数のスケジューリングシステム間のスケジュールの調整を行うシステムとしても有効に機能させることができる。

【0074】図16は図1に示すシステムと同様のスケジューリングシステムの主要部を抽出して示すブロック線図であり、図17～図20はかかるシステムにおける再スケジューリング機能をさらに具体的に実施する際の実施例を示すフローチャートである。すなわち、「多重スケジューリングシステムの制御ロジック」を示す実施例である。本実施例は、各下位スケジューリングシステム21～25でのスケジュールを個々に計画する一方、上位スケジューリングシステム1が各下位スケジューリングシステム21～25で干渉がないように処理し、再度、修正したデータを各下位スケジューリングシステム21～25へ送信するようにしたものである。また、全スケジュールデータは、上位スケジューリングシステム1がデータベースとして保存し、上位スケジューリングシステム1で参照、干渉チェックを行うものである。

【0075】＜実施例1＞図17及び図18のフローチャートに示すように、次の処理を行う。

- ① 各下位スケジューリングシステム21～25に日程データを書き込む。
- ② 最終工程（n）のある下位スケジューリングシステム25のデータ（n）と、これにリンクされた前工程の（n-1）を含む下位スケジューリングシステム24の（n-1）とを上位スケジューリングシステム1が取り込み、干渉をチェックする。
- ③ 干渉があれば（n-1）を前にずらす。
- ④ 干渉チェック後にそれぞれ各下位スケジューリングシステム24、25へデータを送信する。
- ⑤ 次にこの（n-1）と、その前工程である（n-2）のデータを含む下位スケジューリングシステム23の（n-2）のデータとを上位スケジューリングシステム1が取得し、両者の干渉チェックを行い、干渉があれば、（n-2）を前にずらす。これらの処理を繰り返 50 し、最終的には各下位スケジューリングシステム20～

25に日程データが入る。

【0076】＜実施例2＞図19及び図20のフローチャートに示すように、次の処理を行う。

- ① 上位スケジューリングシステム1に全日程データを書き込む。
- ② 上位スケジューリングシステム1内で、各下位スケジューリングシステム21～25の日程データを全て干渉がないように調整する。
- ③ 調整は、全データから最終工程(n)を取り上げ、それにリンクされている(n-1)とをチェックし、干渉があれば(n-1)を前にずらし、これを全データについて同様に繰り返す。
- ④ 上位スケジューリングシステム1内で調整された日程データを各下位スケジューリングシステム21～25へ送信する。

【0077】上述の如き＜実施例1＞と＜実施例2＞との違いは次の点にある。＜実施例1＞では、各下位スケジューリングシステム21～25の日程データを各下位スケジューリングシステム21～25へ書き込み、その後上位スケジューリングシステム1が必要なデータを吸い上げて干渉チェックを行う。干渉チェックが終わるとデータは元の下位スケジューリングシステム21～25へ送信される。一方、＜実施例2＞では、上位スケジューリングシステム1に全日程を書き込み、上位スケジューリングシステム1内にて全データの干渉チェックを行う。干渉チェックが終わると全データをそれぞれの下位スケジューリングシステム21～25へ送信する。

【0078】図21は図1のシステムにおける「リ・スケジューリング機能」の一例をさらに具体化した実施例を示すフローチャートである。同図に示すように、本実施例では、各下位スケジューリングシステム21～25でのスケジュールを個々に計画し、これら全ての下位スケジューリングシステム21～25のデータを基にシミュレーションを行う。シミュレーション中、各作業場、すなわち各下位スケジューリングシステム21～25における負荷を随時モニターし、過負荷があれば負荷調整ロジック#1及びスケジューリングロジック#2でそれぞれの調整を行い、各下位スケジューリングシステム21～25を調整して再度シミュレーションを自動的に行う。この場合の負荷調整ロジック#1の具体例を＜実施例1＞～＜実施例3＞として、またスケジューリングロジック#2を＜実施例4＞として図22～図25に基づき説明する。

【0079】＜実施例1＞図22に示すように、本実施例は次のような処理を行う負荷調整ロジック#1であり、過負荷になった際、他の作業場(工程)の負荷の少ない所から作業場(機械等)を導入するものである。

- ① 1人(1台)の作業能力を算出する(P)。ここで、 $P = 1$ 時間当たりの作業量である。
- ② 超過作業量(M)をその時にかかった能力Pで割り、

その時の不足人数(N)を算出する。

- ③ 同時刻の他の作業場での余裕作業量を、そのときのかかった能力Pで割り、その時の余裕人数(n)を算出する。

- ④ 上記余裕人数(n)の最も多い所から不足人数分(N)を過負荷作業場へ移動させる。

- ⑤ それでも足りない場合には、別の余裕のある作業場(2番目に余裕人数の多い所)から残りの不足人数分を移動させる。この処理は不足のある分だけ繰り返す。

【0080】＜実施例2＞図23に示すように、本実施例は次のような処理を行う負荷調整ロジック#1であり、過負荷になった際、過負荷作業場の作業場(機械等)の一日分の作業時間を増やすことで負荷を軽減するものである。

- ① 超過作業量(M)に対してその作業量を1人(1台)1時間当たりの作業量(P)で割り、全超過作業時間(T)を算出する。

- ② 超過作業時間(T)を作業人数(X)で割り、1人当たりの超過作業時間(t)を算出する。

- ③ 1人当たりの超過作業時間限度(L)を設定する。

- ④ 超過作業時間(t)と超過作業時間限度(L)とを比較し、限度を越えない範囲で調整する。

【0081】＜実施例3＞図24に示すように、本実施例は次のような処理を行う負荷調整ロジック#1である。

- ① 超過作業量(M)が発生した場合、これを他工場へ依頼する。

- ② 超過作業時間(M)が発生しない場合には、上記他工場への依頼はない。

- ③ 超過作業量(M)が各作業場でのブロック単位ではなく、ブロック作業の途中である場合には、そのブロックの作業自体を全て依頼する。

【0082】＜実施例4＞図25に示すように、本実施例は次のような処理を行うスケジューリングロジック#2であり、各工程の下位スケジューリングシステムにて日程の干渉となった作業を別の作業場へ移行するものである。

- ① 各作業場での日程の干渉がある場合には、干渉のある作業部材のプライオリティを検索するとともに、それらの部材の作業量(W)を参照する。

- ② プライオリティの低い部材を選択する。

- ③ 干渉のある時刻の全作業場の作業量を参照して余裕作業量(m)のある作業場を選択するとともに、最も余裕作業量(m)の多い作業場を選択する。

- ④ 最も余裕作業量の多い所から順に各部材の日程を移動して $m > W$ となるまで同様の動作を繰り返す。

【0083】

【発明の効果】以上実施の形態とともに詳細に説明した通り、〔請求項1〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終



了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、シミュレータは、例えば作業能率を増大させることができる場合にこれを定量化したもの等、スケジューラで計画した事象の内容を変更し得るような条件であるリ・スケジューリング条件を、データベースに有しており、シミュレーション計算の途中で、スケジューラが計画するスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはリ・スケジューリング条件を用いて当該スケジュールを変更し、その後再度シミュレーション計算を行うように構成したので、スケジューラが計画したスケジュールが遂行不可能な場合には、自動的にリ・スケジューリングを行って、適切なスケジュールに書き換えることができ、スケジューリング作業の短縮化及び適正化を達成することができる。

【0084】〔請求項2〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、上位スケジューリングシステムが有する上位シミュレータは、請求項1に記載するのと同様のリ・スケジューリング条件を、データベースに有しており、下位スケジューリングシステムが有する下位シミュレータによるシミュレーション計算の途中で、そのスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合には、上記リ・スケジューリング条件を用いて関連のスケジュールを変更し、その後当該下位シミュレータに再度シミュレーション計算を行わせるように構成したので、上位スケジューリングシステムで相対的に長い時系列の事象の処理を、また複数の下位スケジューリングシステムで前記事象を細分化した事象を対象として各事象毎の処理を行うとともに、下位スケジューリングシステムの何れかがスケジュールの遂行が不可能である旨を上位スケジューリングシステムに報告してきた場合には、上位スケジューリングシステムでリ・スケジューリング処理を行って当該下位スケジューリングシステムのスケジュールを一定

の条件のもとで書き換えることができ、スケジューリングシステムとして上位スケジューリングシステムと下位スケジューリングシステムとが有機的な結合関係を保持しつつ全体の適切なスケジューリングを行なう。この結果スケジューリング作業の短縮化及び適正化をさらに向上させることができる。

【0085】〔請求項3〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、上位スケジューリングシステムが有する上位シミュレータ及び下位スケジューリングシステムが有する下位シミュレータに請求項1に記載するのと同様のリ・スケジューリング条件を、それぞれデータベースとして持たせ、下位シミュレータは、シミュレーション計算の途中で、当該下位スケジューリングシステムが有するスケジューラが計画するスケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはリ・スケジューリング条件を用いて当該スケジュールを変更し、その後再度シミュレーション計算を行うとともに、変更後のスケジュールでも当該スケジュールの実現が不可能であることが判明した場合にはその旨を上位シミュレータに報告する一方、この報告を受けた上位シミュレータは、そのリ・スケジューリング条件を用いて関連のスケジュールを変更し、その後上記下位シミュレータに再度シミュレーション計算を行わせるように構成したので、〔請求項2〕に記載する発明と同様の作用に加えて各下位スケジューリングシステムでもリ・スケジューリング処理を行うことができる。すなわち、上位スケジューリングシステムのみならず、下位スケジューリングシステムでも所定のリ・スケジューリング機条件のもとでリ・スケジューリング処理を行うことができる。この結果、〔請求項2〕に記載する発明よりもさらにスケジューリング作業の短縮化及び適正化を向上させることができる。

【0086】〔請求項4〕に記載する発明は、〔請求項1〕乃至〔請求項3〕の何れか1つのスケジューリングシステムにおいて、事象の終了に至る迄の時間的な余裕が少ない程、上位の優先順位を付けるとともにこの場合の余裕度を定量化し、リ・スケジューリングの際にはこの優先順位が下位の事象から順にスケジュールから除外



して2回目以降のシミュレート計算を行う一方、この除外した事象の優先順位及びその量を変更するようにしたので、プライオリティの概念を用いたリ・スケジューリング条件でリ・スケジューリング処理を行うとともに、リ・スケジューリング処理に伴う事象のプライオリティを上げるという手当ても同時に行うことができる。この結果各発明において、リ・スケジューリング処理を問題なく良好に行うことができる。

【0087】〔請求項5〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するとともに、作業日程等の事象を複数に分割して複数のスケジューリングシステムでそれぞれ分担するようにしたスケジューリングシステムにおいて、時系列における最終事象が存在するスケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他のスケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するようにしたので、相互に時系列に連続するスケジュールを処理する複数のスケジューリングシステムにおいて自動的に相互のスケジュールの干渉を調整することができる。この結果、再スケジューリングシステムによるスケジューリングを自動的に行うことができ、工場の生産状況等のシミュレーションを良好に行うことができる。

【0088】〔請求項6〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しておりスケジューラーで計画した作業日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレート計算を行って模擬するシミュレータとを有するとともに、作業日程等の事象を複数に分割して複数のスケジューリングシステムでそれぞれ分担するようにしたスケジューリングシステムにおいて、各スケジューリングシステムのスケジューリングデータをデータベースに書き込み、このデータベース内で、時系列における最終事象が存在するスケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他のスケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するとともに、このよ

うにして調整したスケジュールを各スケジューリングシステムに供給するようにしたので、相互に時系列に連続するスケジュールを処理する複数のスケジューリングシステムにおいて自動的に相互のスケジュールの干渉を調整することができる。この結果、再スケジューリングシステムによるスケジューリングを自動的に行うことができ、工場の生産状況等のシミュレーションを良好に行うことができる。

【0089】〔請求項7〕に記載する発明は、〔請求項2〕乃至〔請求項4〕に記載する何れか1つのスケジューリングシステムにおいて、下位スケジューリングシステムを、〔請求項5〕又は〔請求項6〕に記載するスケジューリングシステムとしたので、上位スケジューリングシステムと下位スケジューリングシステムとの階層型のスケジューリングシステムにおいて、所定の条件での再スケジューリングを良好に行うことができる。

【0090】〔請求項8〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、各下位スケジューリングシステムにそれぞれ個別に事象のデータを書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、時系列における最終事象が存在する下位スケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他の下位スケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各下位スケジューリングシステムのスケジュールを再度調整するとともに、このようにして調整したスケジュールを各下位スケジューリングシステムに供給するようにしたので、上位スケジューリングシステムと下位スケジューリングシステムとの階層型のスケジューリングシステムにおいて、所定の条件での再スケジューリングを良好に行うことができる。

【0091】〔請求項9〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデ

ータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、上位スケジューリングシステムに各下位スケジューリングシステムの事象のデータを全て書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、時系列における最終事象が存在する下位スケジューリングシステムの事象と、この事象にリンクされた前の事象を含む他の下位スケジューリングシステムの事象との干渉をチェックし、干渉があれば前にずらすとともに、順次同様の処理を繰り返して事象の時系列的な干渉がないように各下位スケジューリングシステムのスケジュールを調整し、このようにして調整したスケジュールを各下位スケジューリングシステムに供給するようにしたので、上位スケジューリングシステムと下位スケジューリングシステムとの階層型のスケジューリングシステムにおいて、所定の条件での再スケジューリングを良好に行うことができる。

【0092】〔請求項10〕に記載する発明は、工場における生産作業等、経時的な要素を有する事象の開始からその終了に至る迄の時系列的な一連の計画をたてるスケジューラーと、工場の設備能力等、スケジューラーが計画したスケジュールを模擬するために必要な基礎となるデータをデータベースとして有しており、スケジューラーで計画した日程等の事象を時間軸を考慮しながらシミュレーション計算を行って模擬するシミュレータとを有するスケジューリングシステムにおいて、相対的に大きな事象を取り扱う一台の上位スケジューリングシステムと、この事象を部分的に抽出してより細分化した相対的に小さな事象を取り扱うべく上位スケジューリングシステムに接続される複数台の下位スケジューリングシステムとでスケジューリングシステムの階層構造を構築するとともに、各下位スケジューリングシステムにそれぞれ個別に事象のデータを書き込むとともに、上位スケジューリングシステムでは、各下位スケジューリングシステムのデータを読み込んでスケジュールの処理状況のシミュレーションを行い、各下位スケジューリングシステムの負荷を随時モニタする一方、過負荷の下位スケジューリングシステムにおける負荷を調整し、さらに必要に応じてスケジュールを変更して下位スケジューリングシステムのスケジュールを調整するようにしたので、各下位スケジューリングシステムの負荷に応じた最適な再スケジューリングを行うことができる。

【0093】〔請求項11〕に記載する発明は、〔請求

項10〕に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、単位当たりの作業能力を算出し、これに基づき不足量を算出するとともに、余裕量を算出し、余裕量が最も大きいところから、不足量を補うように調整することにより行うようにしたので、過負荷の調整を良好に行うことができる。

【0094】〔請求項12〕に記載する発明は、〔請求項10〕に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、作業時間を増大させることにより対処するようにしたので、過負荷の調整を良好に行うことができる。

【0095】〔請求項13〕に記載する発明は、〔請求項10〕に記載するスケジューリングシステムにおいて、過負荷の調整は、過負荷分を他の下位スケジューリングシステムへ振り分けることにより対処するようにしたので、過負荷の調整を良好に行うことができる。

【0096】〔請求項14〕に記載する発明は、〔請求項10〕に記載するスケジューリングシステムにおいて、スケジュールの変更は、各下位スケジューリングシステムでのスケジュールの干渉をチェックし、干渉がある場合に事象の優先順位を考慮することにより、優先順位の低い順にスケジュールを変更するようにしたので、過負荷であることが検出された後のスケジュールの調整を良好に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示すブロック線図である。

【図2】上記実施の形態におけるデータベースのデータに基づいて得られる部品データの構成を概念的に示す説明図である。

【図3】本形態における製品に関してその構成部品が中間製品として存在している木構造構成である組立ツリーを概念的に示す説明図である。

【図4】図3に示す組立ツリー、図2に示す部品データ及びこの部品データに基づきスケジューラーで形成する日程計画表の関係を概念的に示す説明図である。

【図5】各シミュレータのデータベースのデータに基づいて得られる作業場データの構成を概念的に示す説明図である。

【図6】上位及び下位スケジューリングシステムで行う全体的な処理手順を示すフローチャートである。

【図7】図6のステップS1の処理手順をさらに詳細に示したフローチャートである。

【図8】図6のステップS3の処理手順をさらに詳細に示したフローチャートである。

【図9】図8のステップS22の処理手順をさらに詳細に示したフローチャートである。

【図10】図8のステップS23の処理手順をさらに詳細に示したフローチャートである。

【図11】図6のステップS4の処理手順をさらに詳細

に示したフローチャートである。

【図12】図1の下位スケジューリングシステム及びデータベースを抽出したブロック線図である。

【図13】「分散スケジューリングシステム」の実施例1を示すフローチャート（その1）である。

【図14】「分散スケジューリングシステム」の実施例1を示すフローチャート（その2）である。

【図15】「分散スケジューリングシステム」の実施例2を示すフローチャートである。

【図16】図1に示すシステムと同様のスケジューリングシステムの主要部を抽出して示すブロック線図である。

【図17】「多重スケジューリングシステムの制御ロジック」の実施例1を示すフローチャート（その1）である。

【図18】「多重スケジューリングシステムの制御ロジック」の実施例1を示すフローチャート（その2）である。

【図19】「多重スケジューリングシステムの制御ロジック」の実施例2を示すフローチャート（その1）である。

【図20】「多重スケジューリングシステムの制御ロジック」の実施例2を示すフローチャート（その2）であ\*

＊る。

【図21】図1のシステムにおける「リ・スケジューリング機能」の一例をさらに具体化した実施例を示すフローチャートである。

【図22】図21の負荷調整ロジック#1の実施例1を示すフローチャートである。

【図23】図21の負荷調整ロジック#1の実施例2を示すフローチャートである。

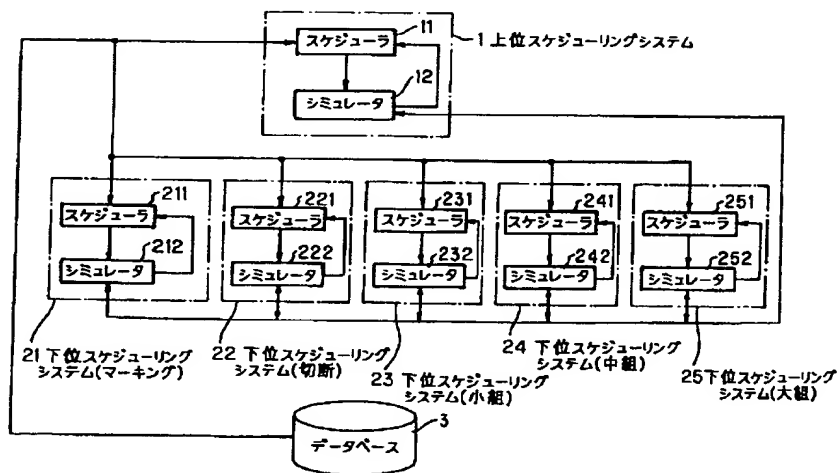
【図24】図21の負荷調整ロジック#1の実施例3を示すフローチャートである。

【図25】図21のスケジューリングロジック#2の実施例を示すフローチャートである。

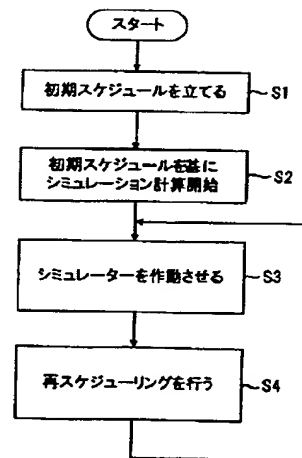
【符号の説明】

1	上位スケジューリングシステム
3	データベース
11	スケジューラ
12	シミュレータ
21、22、23、24、25	下位スケジューリングシステム
211、221、231、241、251	スケジューラ
212、222、232、242、252	シミュレータ

【図1】



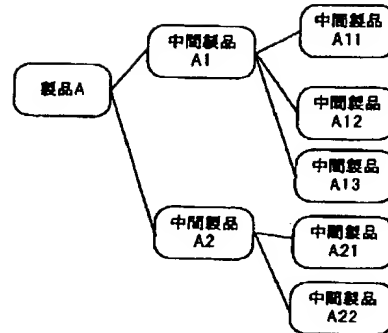
【図6】



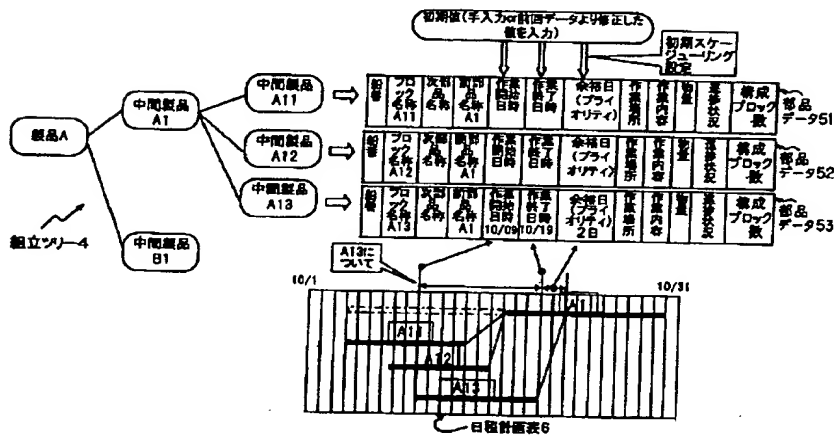
【図2】

船番	ブロック名称	次部品名称	前部品名称	作業開始日時	作業終了日時	余裕日 (プライオリティ)	作業場所	作業内容	物量	進捗状況	構成ブロック数
	A11										
	A12										
	A21										

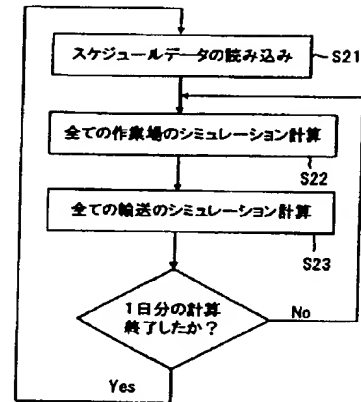
【図3】



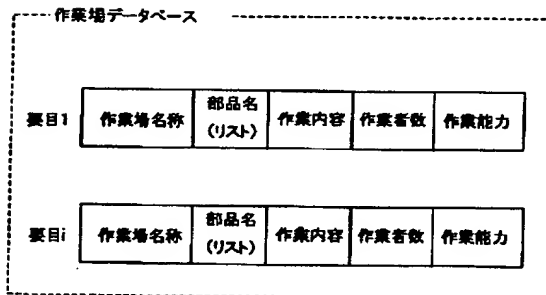
【図4】



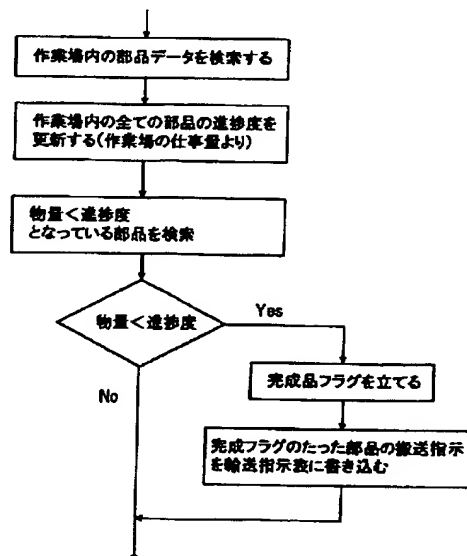
【図8】



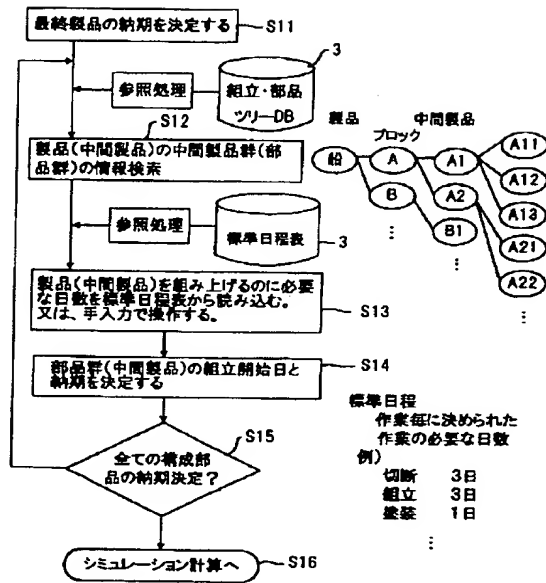
【図5】



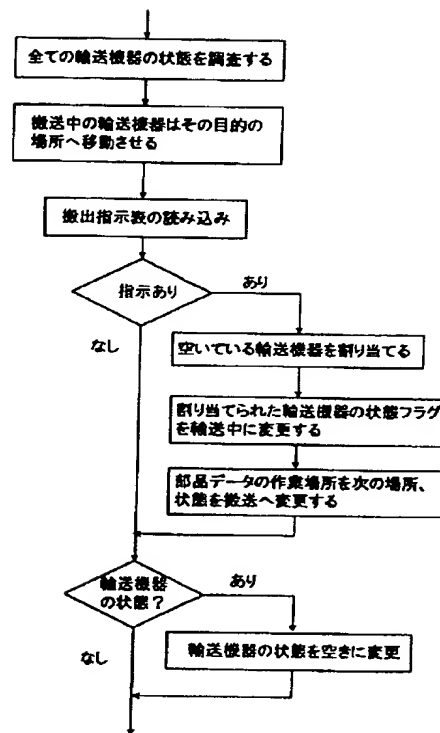
【図9】



【図7】

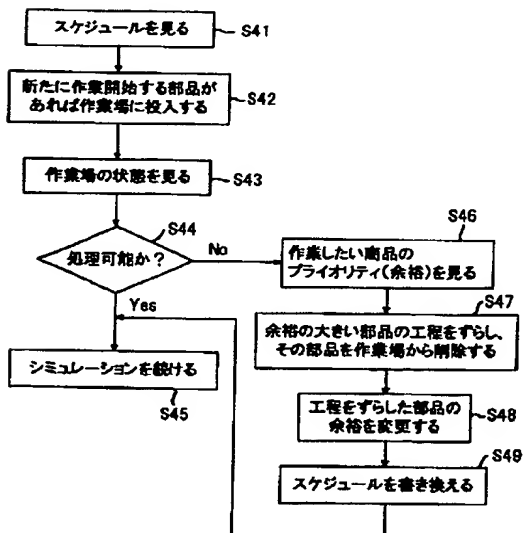


【図10】

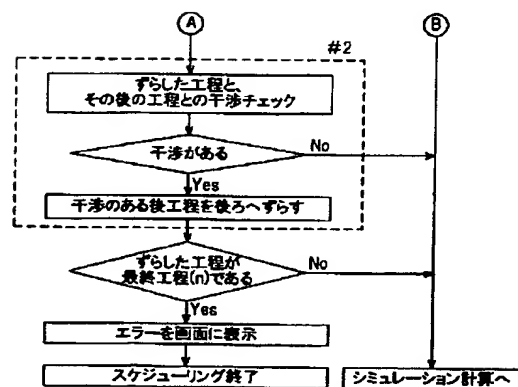


【図11】

例. 作業場の個数が決まっている場合

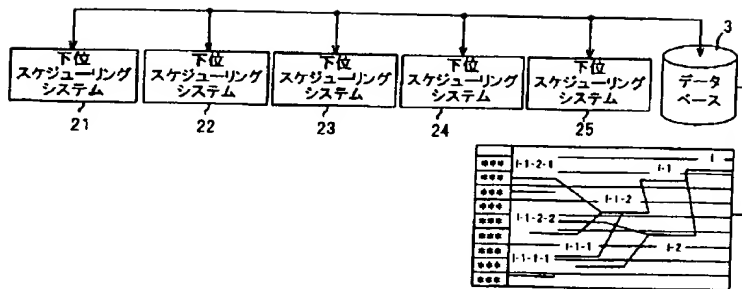


【図14】

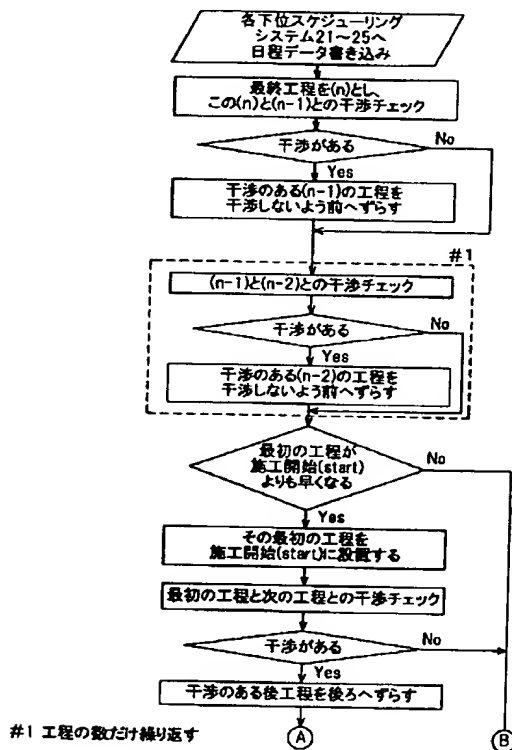


#2 最終工程(n)まで繰り返す

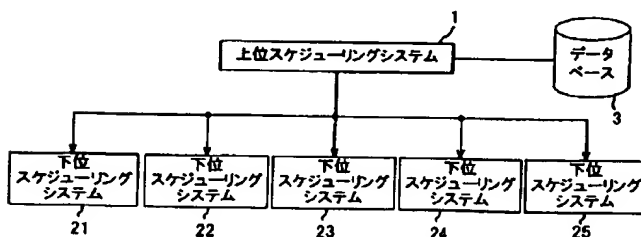
【図12】



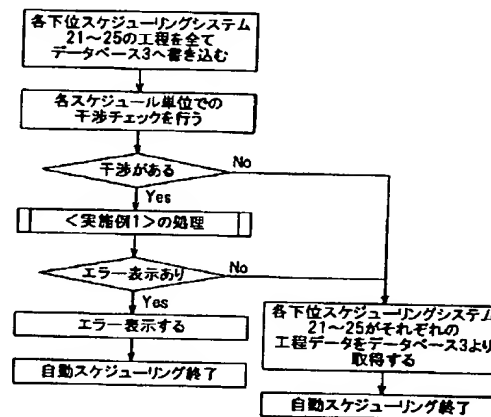
【図13】



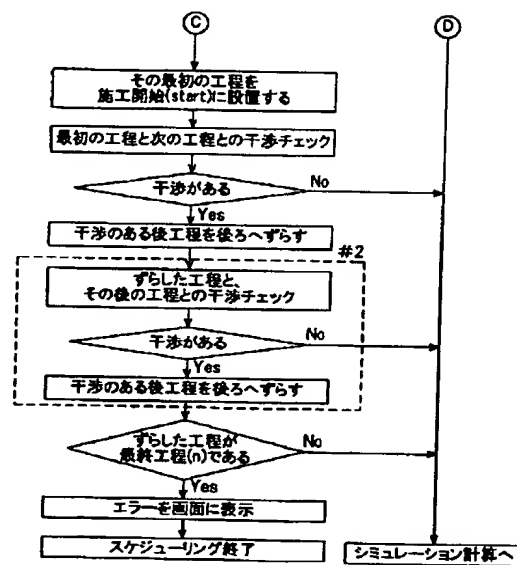
【図16】



【図15】

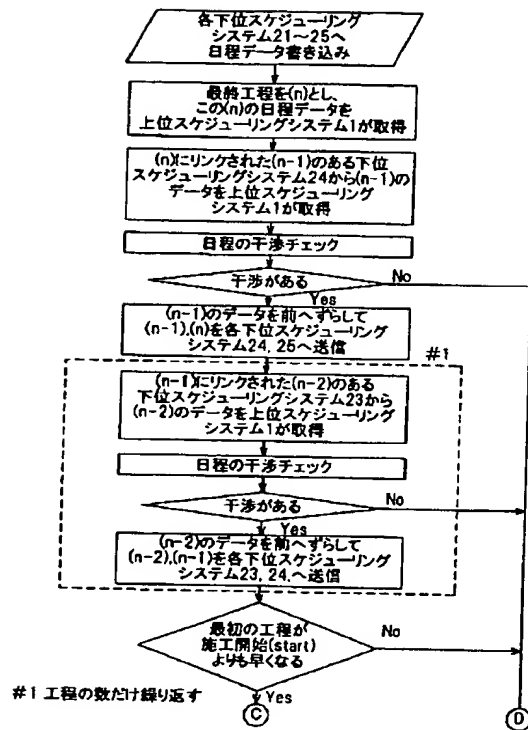


【図18】

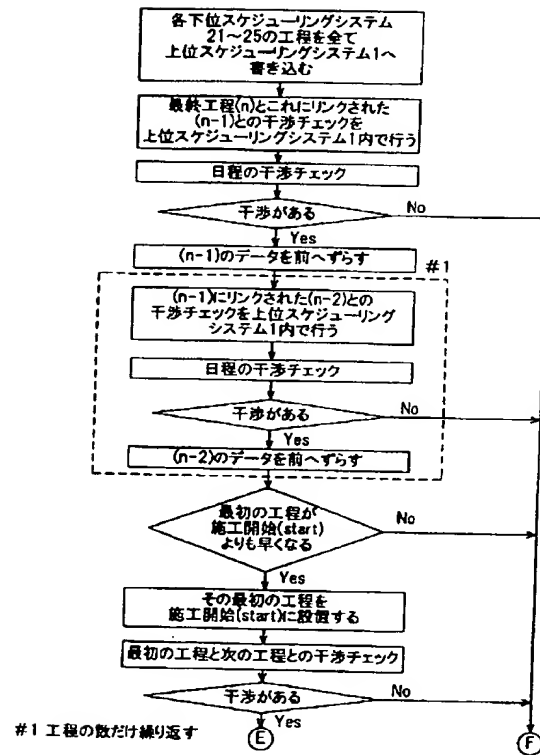


#2 最終工程(n)まで繰り返す

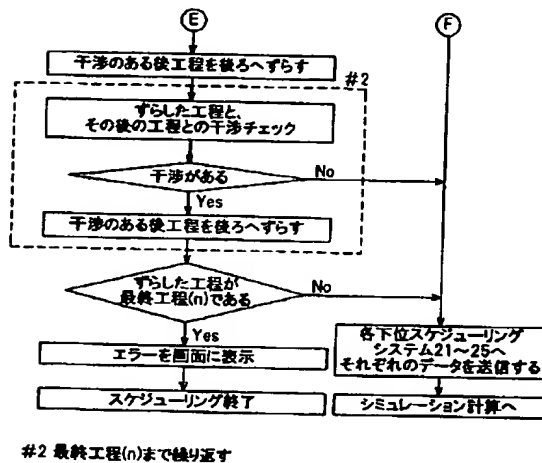
【図17】



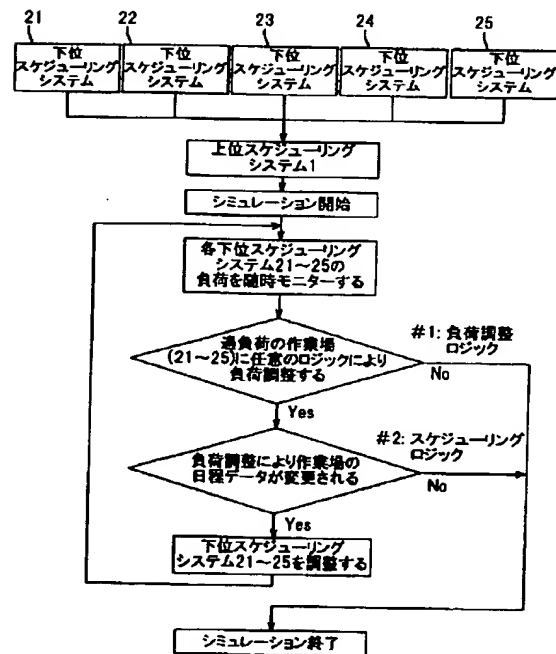
【図19】



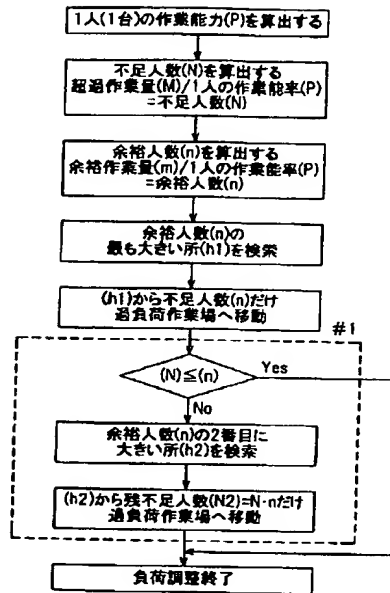
【図20】



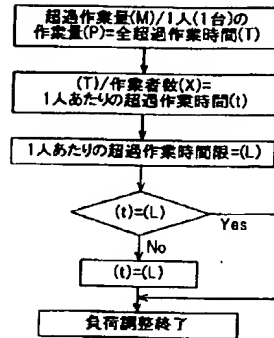
【図21】



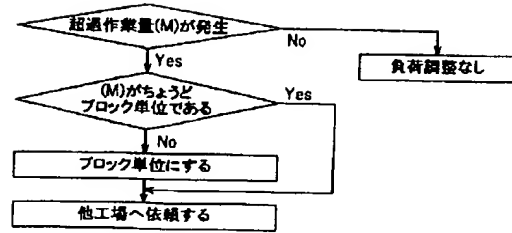
【図22】



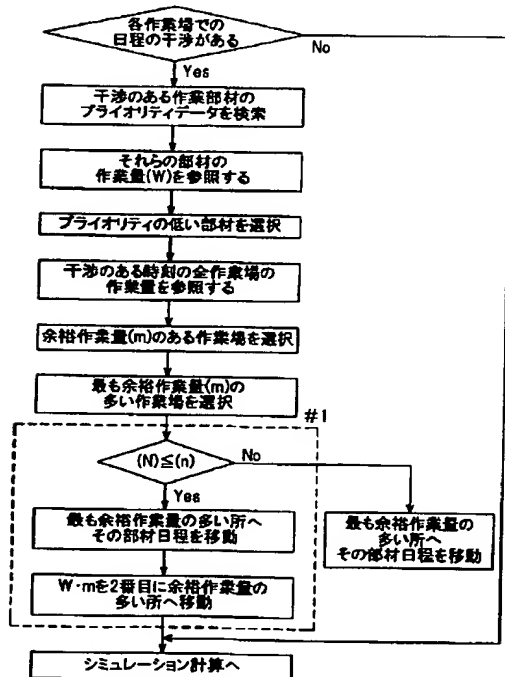
【図23】



【図24】



【図25】



#1 m&gt;Wとなるまで繰り返す



フロントページの続き

(72)発明者 山本 郁夫  
長崎県長崎市深堀町 5 丁目 717 番 1 号 三  
菱重工業株式会社長崎研究所内

(72)発明者 河野 隆之  
長崎県長崎市深堀町 5 丁目 717 番 1 号 三  
菱重工業株式会社長崎研究所内  
(72)発明者 飯田 昭男  
長崎県長崎市飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工  
業株式会社長崎造船所内